

1982

Ján Paulov, Štefan Poláčik

II. INTERAKČNÝ MODEL: KALIBRÁCIA A TESTOVANIE

II-1. TEORETICKÉ PRINCÍPY

Aplikácia matematického modelu na numerický materiál predpokladá, že sa antecedentne uskutočnilo isté vyhodnotenie modelu, a to v podobe jeho kalibrácie a testovania. Kalibrácia a testovanie sú matematickoštatistické, úzko na seba nadväzujúce procedúry, ktoré spočívajú predovšetkým v odhade parametrov modelu a v stanovení stupňa zhody medzi modelom predikovanými a skutočnými dátami. Obe procedúry sú spravidla spojené ako s náročnosťou, tak s rozsiahlosťou výpočtov a preto ťažko realizovateľné bez použitia vysokovýkonnej výpočtovej techniky.

V tomto príspevku je načrtnutá kalibrácia a testovanie interakčného modelu na dátach a dochádzka za prácou. Ide pritom o gravitačnú formu interakčného modelu odvodenú metódou maximalizácie entropie. Naznačíme stručne spôsob odvodu tohoto typu modelu, hoci v našej literatúre bol už publikovaný (J. Paulov, 1975; J. Paulov, Š. Poláčik, 1979).

Gravitačnú hypotézu možno stručne zapísať takto (A.G. Wilson, 1974, str. 67):

Interakcia = koeficient (γ) x masa x masa x funkcia vzdialenosti (1)

Matematické vyjadrenie vzťahu (1) môže nadobudnúť rôznu podobu. Snad najznámejšia je nasledovná:

$$T_{ij} = K M_i^{(1)} M_j^{(2)} d_{ij}^{-\alpha} \quad (2)$$

kde T_{ij} je veľkosť (objem) interakcie medzi oblasťou (sídlo) i a j , $M_i^{(1)}$ je meradlom masy (hmotnosti, atraktivity) oblasti i , $M_j^{(2)}$ je meradlom masy oblasti j , d_{ij} je generalizovaná miera

vzdialenosti medzi oblasťou i a j a K a α sú parametre modelu.

Vzťah (2) sa zvykne označovať ako neohraničený interakčný (gravitačný) model. To z toho dôvodu, že sa pri ňom nepredpokladá platnosť neohraničujúcich (vedľajších) podmienok. Vzhľadom na to, že tento model má určité "neprijemné" vlastnosti, nahrádza sa často ohraničeným modelom, pri ktorom sa predpokladá platnosť určitých ohraničení, a to spravidla:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad \text{a} \quad \sum_i T_{ij} = D_j$$

Interakčný model pritom nadobudne podobu:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j d_{ij}^{-\alpha} \quad (3)$$

kde $A_i = \left(\sum_j B_j D_j d_{ij}^{-\alpha} \right)^{-1} \quad (4)$

$$B_j = \left(\sum_i A_i O_i d_{ij}^{-\alpha} \right)^{-1} \quad (5)$$

Ako vidno, parameter K zo vzťahu (2) je tu nahradený sériou parametrov A_i a B_j viažúcich sa na riadky, resp. stĺpce interakčnej matice

$$[T_{ij}] \quad \begin{matrix} m, n \\ w=1 \end{matrix}$$

Novým impulzom k odvodeniu gravitačného modelu bolo zavedenie modelovej techniky do priestorovej analýzy založenej na princípe maximalizácie entropie (A.G.Wilson, 1967, 1970). Táto technika znamená značný bádateľský prínos, pretože dovoľuje odvodiť interakčný model analytickou cestou, a to ako najpravdepodobnejší stav systému, resp. ako najneustrannejší (najnevychýlenejší) odhad pravdepodobnostného rozdelenia.

V matematickom vyjadrení ide o nasledovné:

$$\ln W = \text{Max}, \quad (6)$$

kde $W(\{T_{ij}\}) = \frac{T!}{\prod_i \prod_j T_{ij}!} \quad (7)$

$$\sum_i \sum_j T_{ij} = T$$

Za takýchto vedľajších podmienok:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

$$\sum_i \sum_j T_{ij} \cdot c_{ij} = C, \quad (10)$$

kde c_{ij} sú premiestňovacie náklady (generalizovaná miera vzdialenosti) z i do j a C sú celkové dispozičné náklady na premiestňovanie.

Po uplatnení príslušnej maximalizačnej procedúry dospejeme napokon k nasledovnému výrazu:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j \exp(-\beta c_{ij}), \quad (11)$$

kde $A_i = \left[\sum_j B_j D_j \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1} \quad (12)$

$$B_j = \left[\sum_i A_i O_i \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1} \quad (13)$$

V tomto modeli vystupujú tri parametre: A_i , B_j , β . Parametre A_i a B_j sú, ako vidno, na sebe navzájom závislé, možno im dať tiež rovnakú interpretáciu - ich úlohou je zabezpečiť "vyváženie" interakcie v systéme, preto sa často nazývajú i bilančnými faktormi. Tieto parametre tiež úzko súvisia s dostupnosťou - možno ich považovať za obrátenú mieru dostupnosti oblastí. Parameter β úzko súvisí s priemernými výdajmi na premiestňovanie, je ich obrátenou mierou, t.j. $\beta \sim T/C$. Hodnota parametra β je tak, pove-

dané inými slovami, tým väčšia, čím väčším sklonom k premiestňovaniu sa vyznačujú obyvatelia integrujúcich oblastí. Parameter β možno zároveň považovať i za mieru brzdiacej sily vzdialenosti.

Model (11) - (13) je východiskovým modelom. Zmenou vedľajších podmienok je možné dospieť k určitým modifikáciám tohoto modelu. Kým model (11) - (13) je úplne ohraničeným, jeho modifikácie budú predstavovať čiastočne ohraničené modely. Tak napr. vypustením vedľajšej podmienky (8) dospejeme k modifikácii

$$T_{ij} = M_i^{(1)} B_j D_j \exp(-\beta c_{ij}), \quad (14)$$

$$\text{kde } B_j = \left[\sum_i M_i^{(1)} \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1} \quad (15)$$

Tento model možno nazvať cielovoohraničeným.

Vypustením vedľajšej podmienky (9) dospejeme k modifikácii:

$$T_{ij} = M_j^{(2)} A_i O_i \exp(-\beta c_{ij}), \quad (16)$$

$$\text{kde } A_i = \left[\sum_j M_j^{(2)} \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1} \quad (17)$$

Tento model možno nazvať východiskovoohraničeným.

Poznámame, že ak vedľajšiu podmienku (10) nahradíme podmienkou

$$\sum_i \sum_j T_{ij} \cdot \ln c_{ij} = C'$$

dospejeme nie k exponenciálnemu, ale k mocninovému modelu, t.j.

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j c_{ij}^{-\alpha}, \quad (18)$$

ktorý je totožný s modelom (3) - (5), ibaže d_{ij} je tu nahradené c_{ij} .

V tomto príspevku je kalibrovaný a testovaný ako exponenciálny tak mocninový interakčný (gravitačný) model (EGM i MGM) a to na dátach a dochádzke za prácou do troch miest - Nitry, Zlatých Moraviec a Vrábels z jednotlivých sídiel okresu Nitra v r.1970. Do úvahy sa vzali toky, ktoré dosiahli určitú prahovú hodnotu, danú vzťahom

$$(T_{ij}^* / M_i^{(1)}) \cdot 100 \geq 1,$$

kde T_{ij} je počet odchádzajúcich za prácou z jednotlivých sídiel i a $M_i^{(1)}$ je počet obyvateľov sídiel i . Pretože gravitačné zázemia uvedených miest vykazujú z hľadiska dochádzky za prácou dosť výrazné znaky disjunktivity, sledovala sa dochádzka do každého z uvedených troch miest zvlášť, t.j. východiskové dáta nadobudli podobu troch nezávislých vektorov. Kalibrácia a testovanie interakčného modelu (EGM, MGM) sa tak urobila pre každý vektor zvlášť.

Za takejto situácie bolo potrebné narábať iba s čiastočne ohraničeným modelom (cieľovoohraničeným) daným vzťahmi (14) a (15). Okrem toho sa kalibroval a testoval cieľovoohraničený mocninový interakčný (gravitačný) model, ktorý možno zapísať

$$T_{ij} = M_i^{(1)} B_j D_j c_{ij}^{-\alpha} \quad (19)$$

kde
$$B_j = \left[\sum_i M_i^{(1)} c_{ij}^{-\alpha} \right]^{-1} \quad (20)$$

Navyše okrem absolútnych tokov (T_{ij}) sledovali sa i relatívne toky ($T_{ij}/M_i^{(1)}$). Vzťahy (14) a (15) tak nadobudnú podobu:

$$T_{ij}/M_i^{(1)} = B_j D_j \exp(-\beta c_{ij}), \quad (21)$$

kde
$$B_j = \left[\sum_i \exp(-\beta c_{ij}) \right]^{-1} \quad (22)$$

pričom však veličina D_j znamená teraz súčet relatívnych tokov, t.j.

$$\sum_i (T_{ij}/M_i^{(1)}) = D_j.$$

Analogicky sme postupovali i v prípade mocninového modelu, takže vzťahy (19) a (20) nadobudli podobu:

$$T_{ij}/M_i^{(1)} = B_j D_j c_{ij}^{-\alpha}, \quad (23)$$

kde
$$B_j = \left[\sum_i c_{ij}^{-\alpha} \right]^{-1} \quad (24)$$

Modely (21) - (24) tým vlastne popisujú nie objem, ale intenzitu interakcie.

Na odhad parametra β , resp. α sa použila metóda maximálnej vierohodnosti (M. Batty, S. Mackie, 1972), ktorá v našom prípade požaduje splnenie nasledovných podmienok:

$$\sum_i T_{ij} c_{ij} = \sum_i T_{ij}^+ c_{ij}' \quad (25)$$

resp.

$$\sum_i T_{ij} \ln c_{ij} = \sum_i T_{ij}^+ \ln c_{ij}' \quad (26)$$

Podmienka (25) musí byť splnená (pravda, pri určitej tolerancii) pri odhade parametra β , podmienka (26) pri odhade parametra α . V oboch vzťahoch T_{ij} predstavujú modelom predikované toky, kým T_{ij}^+ skutočné toky. Analogické podmienky by bolo možné zapísať pre relatívne toky ($T_{ij}/M_i^{(1)}$). Poznamenajme, že práve uplatnenie metódy maximálnej vierohodnosti (mimoriadne vhodnej) na odhad parametrov β a α by sotva bolo realizovateľné bez použitia vysokovýkonnej výpočtovej techniky.

Za testovacie štatistiky zhody sa vzal koeficient korelácie medzi skutočnými a modelom predikovanými tokmi (R), koeficienty lineárnej regresnej funkcie $T_{ij} = a + b T_{ij}^+$ a výraz

$$\sum_i (T_{ij}^+ - T_{ij})^2$$

Výsledky odhadu parametra β resp. α ako i výsledky testových štatistik zhody sú obsiahnuté v priložených tabulkách. Je zrejmé, že reprodukcia skutočných dát modelom predikovanými dátami je tým vernejšia, čím je R bližšie k hodnote 1, čím bližšie k hodnote 0, resp. 1 sú koeficienty a, b a čím menšia je hodnota $\sum_i (T_{ij}^+ - T_{ij})^2$.

Z hodnot parametra β , resp. α sa dá usudzovať o pomerne značnom sklone obyvateľov k premiestňovaniu pri dochádzke za prá-

cou (porovnaj J.V. Medvedkov, 1965) do vybraných troch miest z jednotlivých sídel okresu Nitra. Hoci ide o relatívne malé súbory dát, štatistiky zhody zasa ukazujú na relatívne vernú reprodukciu skutočných dát modelmi predikovanými dátami.

		E X P O N E N C I A L N Ý O R A V I T A C N Ý M O D E L			H O D N O T Y S K U T O C N É			H O D N O T Y T E O R E T I C K É			R O Z D I E L Y S K U T - T E O R			H O D N O T Y U Z D I A L E M O S T I		
		H O D N O T Y S K U T O C N É			H O D N O T Y T E O R E T I C K É			R O Z D I E L Y S K U T - T E O R			H O D N O T Y U Z D I A L E M O S T I					
		NR ZH			NR VR			NR VR			NR VR ZH					
D (J) =		843.9 196.0 530.3			.098259 .192282 .103170			.060091 .165126 .076702								
B E T A =																
B (J) =																
HAJSKE	2.2			3.941			-1.699			26.00						
BAB	5.2			5.838			-0.590			22.00						
RUMANOVA	4.4			5.838			-1.375			22.00						
RISNOUCE	5.0			7.840			-2.763			19.00						
HORNA KRALOVA	3.0			4.441			-3.407			21.00						
SLADECKOUCI	2.8			7.840			-5.031			19.00						
LUKACOVCI	4.0			7.106			-1.076			20.00						
VELKE ZALUZIE	14.0			15.597			-1.502			12.00						
ALEKSINCE	4.7			10.528			-3.818			16.00						
JAROK	14.3			17.208			-0.857			11.00						
ANDAC	17.5			12.200			5.336			14.50						
KAPINCE	10.5			6.132			4.441			21.50						
LEHOTA	19.2			23.107			-3.821			8.00						
CAB-BILA	12.0			11.058			1.010			15.50						
NOVE BADO	10.2			10.023			0.218			16.50						
MALE ZALUZIE	8.8			7.840			1.048			19.00						
ZDEMY	17.6			18.984			-1.342			10.00						
VELKA DOLINA	13.4			7.106			6.391			20.00						
CABAJ-CAPOR	19.0			18.984			0.017			10.00						
LUZIANKY	19.5			25.493			-5.917			7.00						
BURIANKY	10.0			10.528			-0.467			16.00						
HRUBOVO	7.5			8.235			-0.720			18.50						
CAKAJOVCI	17.9			19.940			-2.039			9.50						
HOJTIROVCI	14.7			10.528			6.185			16.00						
SVATOPLUKOVO	13.2			12.814			0.483			14.00						
BRAZOVICE	24.0			23.107			2.954			8.00						
JELSOVCI	20.3			14.383			3.977			11.50						
POLNY KBOV	9.3			5.838			3.474			22.00						
STEFANOVICOVA	7.7			7.106			6.005			20.00						
N I T R A	37.7			33.141			6.409			4.33						
STYCI-OPATOVCI	12.4			11.058			1.396			15.50						
DOLNE KRASKANY	21.1			32.592			-11.411			4.50						
JUVVKA PRI NITRE	20.9			23.107			-2.170			8.00						
POHORANY	18.2			7.840			10.410			19.00						
DOLNE LEFANTOVCI	12.6			4.441			6.179			21.00						
VELKE JANIKOVCI	27.1			23.107			6.004			8.00						
NITRANSKE HRANICE	24.1			28.125			-2.005			4.00						
BRANCI	19.2			14.849			4.398			12.50						
HORNE LEFANTOVCI	9.2			5.292			3.954			23.00						
NITRANY	18.2			15.597			2.619			12.00						
DOLNE STITARE	14.4			20.945			-4.333			9.00						
ZIRANY	8.2		1.1	12.814		6.351	-4.552		-5.212	14.00		18.00				
VELKY CETIN	9.4		1.2	11.615		3.221	-1.994		-2.001	15.00		12.00				
SOLIHOU	21.8			12.814			8.988			14.00						
LAPAS	21.9		1.2	17.208		3.904	4.769		-2.653	11.00		11.00				
POHRANICE	17.8			18.984			-1.086			10.00						
KOLJANY	18.1		1.4	18.984		4.203	-0.882		-2.723	10.00		22.00				
VINDOL	8.9			7.106			1.866			20.00						
DOLNE OBOZNOVICE	14.4			12.814			1.590			14.00						
HOJTIROV	19.7			15.597			4.123			12.00						
PARA	5.6		10.4	8.650		5.735	-2.969		4.877	16.00		9.00				
KELCE	9.8			10.528			-0.485		-5.553	16.00		14.50				
BAJINSKI	9.6		2.3	12.814		6.950	9.113		-3.137	-4.564	14.00	8.00				
CELADICE	14.7			12.814			3.969			14.00						
KOSTOLANY POD TRINECOM	5.2		10.0	2.411		4.203	2.844		5.892	31.00		22.00				
KLABOV	8.1		5.4	9.543		12.375	-1.353		-6.891	17.00		5.00				
LADICE	8.1		8.7	3.238		13.077	1.910		-4.315	28.00		11.00				
HEVERICE	8.7		13.9	7.840		10.637	0.944		3.314	19.00		13.00				
LUCHICA NAD ZITAVOU	2.0		12.9	3.572		10.210	-1.542		2.735	27.00		6.00				
BYKA	2.5		11.3	4.348		18.177	-1.839		-4.808	25.00		3.00				
VELKE CHYNDICE	3.4		7.2	5.838		4.731	-2.224		2.497	22.00		10.00				
MALE CHYNDICE	1.9		7.2	4.797		3.221	-2.850		4.035	24.00		12.00				
ZITAVCE	2.1		11.1	1.981		3.904	0.192		7.275	33.00		11.00				
CHRSTANY	3.8		1.2	6.132		4.731	-2.275		-3.508	21.50		10.50				
BEADICE	7.1		9.8	7.106		13.077	0.011		-3.203	20.00		11.00				
V R A B L E	1.4		35.8	5.838		24.257	-4.178		11.555	22.00		1.50				
VELCICE	1.4		18.3	3.238		11.795	-1.774		6.594	28.00		12.00				
ZLATHO			12.4			8.655			3.814	28.00		15.00				
MELER			4.0			10.210			-4.138			6.00				
HORNY OKRAJ	1.4		21.4	4.797		18.177	-3.322		3.268	-2.997	24.00	3.00				
NOVA VES NAD ZITAVOU	1.4		11.8	3.238		9.274	-1.793		2.585	-6.219	28.00	6.50				
CHOCA	3.3		15.2	5.038		14.498	-1.659		0.708	23.50		10.00				
BLAZANY	2.2		14.4	4.797		18.765	-2.508		-4.269	24.00		7.50				
HANOVCI	2.0		5.5	2.411		3.904	-0.393		1.492	-3.505	31.00	11.00				
BLEPCANY	7.1		12.5	7.106		13.077	0.072		-5.080	40.00		4.00				
MARTIN NAD ZITAVOU	1.0		20.4	0.995		16.074	-2.499		-7.869	4.352		9.00				
HOBTOVCI	1.0		4.5	3.572		12.375			3.518	27.00		5.00				
TALINA			13.7			10.210			3.518			6.00				
VIESKA NAD ZITAVOU	1.7		2.3	1.981		4.298	-0.208		-1.993	1.990	33.00	10.50				
TESARNE MLTANY	2.2		1.8	4.139		3.221	-1.936		-1.368	-6.440	25.50	12.00				
LOVCI			17.3			16.074			1.243			9.00				
HEVIDZANY			7.5			5.735			1.851	-3.805	9.00	15.00				
ZIRAVA			16.5			13.077			3.440			11.00				
CIFARE	1.4		5.1	2.935		8.424	-1.322		-3.240		29.00	7.00				
CERVENY HRANOK	3.4		3.3	1.981		3.904	1.635		-0.602	-2.620	33.00	11.00				
Z L A T E H O R A V C E	1.2		35.8	2.411		32.121	-1.208		3.743	31.00		2.29				
MALE VOZOKANY			2.4			13.077			-0.160		13.00	11.00				
TOPOLCIANKY			1.1			1.337			-0.139		-1.782	37.00				
VELKE VOZOKANY			14.7			21.905			-0.264		2.915	14.00				
CIERNE KLABANY			28.4			21.905			6.707		4.00	6.00				
ZITAVANY			22.5			24.284			-1.781		5.00	5.00				
SKYCOV			13.1			7.807			5.387		16.00	6.00				
MACHALINCE			25.5			21.905			3.657		6.00	6.00				
HOBTE			17.5			9.596			7.963		14.00	14.00				
MEMCINANY			8.7			7.807			0.961		16.00	16.00				
VOLKOVCI			13.1			12.420			0.705		11.50	11.50				
OBICE			23.5			16.074			7.461		9.00	9.00				
JEDLOVE KOSTOLANY			8.7			7.807			0.926		16.00	16.00				
CARADICE			5.9			14.498			-8.512			10.00				

NR = N I T R A
 VR = V R A B L E
 ZH = Z L A T E H O R A V C E

H O C N I N O V Y G R A V I T A C H Y M O D E L
 HODNOTY SKUTOČNE NR VR ZH HODNOTY TEORETICKE NR VR ZH ROZDIELY SKUT - TEOR NR VR ZH UZDIALENOSTI NR VR ZH

D (J)	H O C N I N O V Y G R A V I T A C H Y M O D E L			HODNOTY SKUTOČNE NR VR ZH			HODNOTY TEORETICKE NR VR ZH			ROZDIELY SKUT - TEOR NR VR ZH			UZDIALENOSTI NR VR ZH		
ALFA	843,9 196,0 530,3			1,20533 1,03633 0,81237			,313933 ,269596 ,160684								
B (J)															
HAJBKE	2.2			5.219			-2.977			26.00					
BAB	5.2			6.384			-1.136			22.00					
RUKANOVIA	4.4			6.384			-1.918			22.00					
KIRSOVICE	5.0			7.618			-2.541			19.00					
HORNA KRALOVA	3.0			6.752			-3.718			21.00					
SLADCKOVCE	2.8			7.418			-4.808			19.00					
LUKACOVCE	6.0			7.161			-1.130			20.00					
VELKE ZALUZIE	14.0			13.255			0.839			12.00					
ALERSINCE	6.7			9.371			-2.661			16.00					
JAVOK	16.3			14.721			1.629			11.00					
KANSKY	17.3			10.582			4.985			14.50					
KAPINCE	10.8			6.563			4.013			21.50					
LENOTA	19.2			21.609			-2.323			8.00					
CAB-SILA	12.0			9.736			2.331			15.50					
NOVE BABY	10.2			9.030			1.212			16.50					
MALE ZALUZIE	8.6			7.618			1.070			17.00					
ZEMHY	17.4			16.513			1.128			10.00					
VELKA DOLINA	13.4			7.161			6.336			20.00					
CABA-CAPOR	19.0			16.513			2.489			10.00					
LUZIANKY	19.8			25.383			-5.807			7.00					
BURIANKY	10.0			9.371			0.689			16.00					
HRUBNOVO	7.5			7.866			-0.331			18.90					
CARAJOVCE	17.9			17.566			0.335			9.50					
NOJIRKOVCE	16.7			9.371			7.342			16.00					
SAHTOPLUKOVO	13.2			11.007			2.289			14.00					
DRAZOVCE	26.0			21.609			4.482			8.00					
JELSOVCE	20.3			13.953			4.406			14.90					
PODLY KESOV	9.3			6.384			2.929			22.00					
STEFANOVICOVA	7.7			7.161			0.551			20.00					
N I T R A	37.7			45.288			-7.537			4.33					
VYCAPY-OPATOVCE	12.4			9.736			2.718			15.50					
DOLNE KRSAANY	21.1			43.234			-22.054			4.50					
IVANKY PRI NITRE	20.9			21.609			4.672			8.00					
PODHORANY	18.2			7.618			10.482			19.00					
DOLNE LEFANTOVCE	12.6			6.752			5.868			21.00					
VELKE JANIKOVCE	27.1			21.609			5.554			8.00					
NITRIANSKE HRNCIAROVCE	26.1			30.565			-4.445			6.00					
BRANCI	19.2			12.619			6.629			12.50					
HORNE LEFANTOVCE	9.2			4.051			3.195			23.00					
NITRANY	18.2			13.255			4.941			12.00					
DOLNE STITARE	16.6			18.749			-1.182			9.00					
ZIRANY	8.2			11.007			-2.745		-7.003	14.00		18.00			
VELKY CETIN	9.6	1.2	1.1	10.129	4.023	8.143	-0.508	-2.804	-7.003	15.00	12.00	18.00			
GOLIANOVO	21.8			11.007			10.795			14.00					
LAFAS	21.9	1.2		14.721	4.403		7.256	-3.152		11.00	11.00				
POHRANICE	17.8			16.513			1.384			10.00					
KOLINANY	18.1		1.4	16.513		6.918	1.588		-5.438	10.00		22.00			
VINODOL	8.9			7.161			1.812			20.00					
DOLNE OBDOKOVCE	14.4			11.007			3.397			14.00					
HOSTOVA	19.7			13.255			6.465			12.00					
PANA	5.6	10.6		8.131	5.421		-2.450	5.191		18.00	9.00				
JELENEC	9.8		3.8	9.371		9.789	0.471		-6.147	16.00		14.90			
BABINDOL	9.6	2.3		11.007	4.124		-1.330	-3.740		14.00	8.00				
CELADICE	16.7			11.007			5.776			17.00					
KOSTOLANY POD TRIMEDON	5.2		10.0	4.222		6.918	-0.521			14.00					
KLASOV	8.1	5.4		8.711	9.968		1.033	-4.483	3.178	31.00		22.00			
LADICE	5.1		8.7	4.773			12.149	0.375	-3.387	28.00	5.00	11.00			
NEVERICE	8.7		13.9	7.618			10.607	1.167	3.345	19.00		13.00			
LUCNICA NAD ZITAVOU	2.0	12.9		4.987	8.252		-2.958	4.693		27.00	6.00				
DVCKA	2.5	11.3	2.1	5.472	16.925	7.048	-2.964	-5.554	-4.874	25.00	3.00	21.50			
VELKE CHYNDICE	3.6	7.2		6.384	4.860		-2.769	2.368		22.00	10.00				
MALE CHYNDICE	1.9	7.2		5.748	4.023		-3.801	3.233		24.00	12.00				
ZITAVCE	2.1	11.1		3.916	4.403		-1.742	4.776		33.00	11.00				
CHRASTANY	3.8	1.2	10.9	6.563	4.860	12.417	-2.704	-3.637	-1.704	21.50	10.00	10.90			
BEHADICE	7.1		9.8	7.161		12.149	-0.040		-2.275	20.00		11.00			
V R A B L E	1.6	35.8		6.384	34.714		-4.723	1.098		22.00	1.50				
VELCICE	1.4		18.3	4.773		11.320	-3.309		7.069	28.00		12.00			
ZLATNO			12.4			9.443			3.027			15.00			
MELEK		6.0			8.252				-2.179			6.00			
HORNY DHAJ	1.4	21.4	1.2	5.748	16.925	6.918	-4.274	4.522	-5.712	24.00	3.00	22.00			
NOVA VES NAD ZITAVOU	1.4	11.8	6.2	4.773	7.595	11.718	-3.328	4.264	-5.517	28.00	6.50	11.90			
CHDCA	3.3		15.2	5.896		13.127	-2.516		2.079	23.50		10.00			
BLAZANY	2.2		14.4	5.748		14.583	-3.459		-2.087	24.00		7.90			
HANKOVCE			14.5			12.149			2.438			11.00			
BLEPCANY	2.0	5.5	12.5	4.222	4.403	14.300	-2.204	1.193	-1.731	31.00	11.00	9.00			
MARTIN NAD ZITAVOU			21.8			27.635			-5.789			4.00			
HOBTOVCE	1.0		20.4	3.105		14.300	-2.037		4.126	40.00		9.00			
TELINCE	1.0	4.5		4.987	9.968		-3.914	-5.462		27.00	5.00	6.00			
TAJMA		13.7			8.252				5.476			6.00			
VIESKA NAD ZITAVOU	1.7	2.3	14.4	3.916	4.620	13.127	-2.143	-2.315	3.341	33.00	10.50	10.00			
TESARSKÉ MLYNANY	2.2	1.8	16.4	5.343	4.023	21.335	-3.140	-2.170	-4.710	25.50	12.00	5.50			
LOVCE			17.3			14.300			3.017			9.00			
NEVIDZANY		7.5	4.8			5.421	9.443		2.165	-4.592		9.00	15.00		
ZIKAVA			16.5			12.149			4.368			11.00			
CIFRARE	1.6	5.1		4.576	7.033		-2.963	-1.849		29.00	7.00				
CERVENY HRADOK	3.6	3.3	8.0	3.916	4.403	10.607	-0.299	-1.101	-2.588	33.00	11.00	13.00			
Z L A T E H O R A V C E	1.2		35.8	4.222		43.475	-3.019		-7.609	31.00		2.29			
MALE VOZDKANY		2.6	12.9		3.703	12.149		-1.030	0.768			4.00			
TOPOLCIANKY	1.1		20.1	3.411		19.879	-2.213		0.243	37.00		13.00	11.00		
VELKE VOZDKANY		1.9	14.7		3.429	11.320			-1.503	3.390	14.00	12.00			
CIERNE KLACANY			28.6			19.879			8.733			4.00			
ZITAVANY			22.5			23.053			-0.547			5.00			
SKYDOV			13.1			8.961			4.233			16.00			
MACHULINCE			25.5			19.879			5.684			6.00			
HOBITIE			17.5			9.987			-0.192			14.00			
HEMČINANY			8.7			9.961			1.407			11.90			
VOLKOVCE			13.1			11.718			9.235			9.00			
OBYCE			23.5			14.300			-0.226			14.00			
JEDLOVE KOSTOLANY			8.7			8.961			-7.141			10.00			
ČER															

PREHLADNA TABULKA PARAMETROV A TESTOVACICH KRITERII
INTERAKCNEHO MODELU

		BETA	ALFA	E	F	E/F	R	REGR A	REGR B	C	B(J)
EXPONENCIALNY	* INTENZITA * NR *	.098259		963.91	80	12.0	.8995	1.6908	.8397	11502.2	.060091
INTERAKCNY	* DOCHADZKY * VR *	.192282		510.18	25	20.4	.8029	3.2021	.5916	1223.9	.165126
MODEL	* * ZH *	.103170		727.32	39	18.6	.8268	4.2163	.6900	5075.4	.076702

	* ABSOLUTNE * NR *	.112267		751843	80	9398.0	.9991	11.9424	.9689	249397.1	.000019
	* VELKOSTI * VR *	.248955		53636	25	2145.4	.9928	11.7640	.9034	12522.5	.000156
	* DOCHADZKY * ZH *	.113736		147165	39	3773.4	.9936	11.1876	.9511	60587.4	.000050

MOCNINOVY	* INTENZITA * NR *	1.20533	1666.21	80	20.8	.8296	2.0448	.8062		2115.4	.313933
INTERAKCNY	* DOCHADZKY * VR *	1.03633	335.53	25	13.4	.8737	1.8957	.7582		316.2	.269596
MODEL	* * ZH *	.81237	874.08	39	22.4	.7914	4.2097	.6905		1135.0	.160684

	* ABSOLUTNE * NR *	1.13119	934865	80	11685.8	.9988	-10.3411	1.0269		58634.0	.000066
	* VELKOSTI * VR *	1.10704	32074	25	1282.9	.9937	-.0545	1.0004		3288.9	.000186
	* DOCHADZKY * ZH *	.73683	152502	39	3910.3	.9939	-8.3983	1.0367		14874.2	.000078

F = PO CET OB CI
 R = K O F I C I E N T K O R E L A C I E M E D Z I T_{ij} A T_{ij}^* (T_{ij}^* = P O Z O R O V A N E H O D N O T Y, T_{ij} = T E O R E T I C K E H O D N O T Y)
 $E = \sum (T_{ij}^* - T_{ij})^2$
 REGR A, REGR B = K O F I C I E N T Y L I N E A R N E J R E G R E S I E ($T = R E G R A + (R E G R B) * T^*$)
 $C = \sum \sum T_{ij} * \log (D_{ij})$ P R I M O C H N . R E S P. $\sum \sum T_{ij} * D_{ij}$ P R I E X P . M O D E L I
 ALFA, BETA, B(J) = P A R A M E T R E M O D E L O V
 NR = N I T R A
 VR = V R A B L E
 ZH = Z L A T E M O R A V C E